

FAKTA *Skog*

Sammanfattar aktuell forskning • Nr 14 2000

Jörgen Persson • Torgny Näsholm • Peter Högberg

Aminosyror – en ny kvävekälla i skogen!

- Flera växtarter i skogen, bl.a. tall, gran, blåbär och krustätel, använder organiskt kväve i form av aminosyror som kvävekälla.
- De nya resultaten leder till att den traditionella uppfattningen om skogsväxternas kväveupptag bör omprövas.
- De nya resultaten kan även förändra vår syn på bl.a. konkurrenssituationen mellan arter, på effekter av kvävenedfall och kvävegödsling och på hur växters kväveförsörjning kan påverkas av olika skogsbruksåtgärder.



Fotomontage: Jörgen Persson

Forskningsresultat från SLU visar att organiskt kväve i form av aminosyror kan användas som kvävekälla av exempelvis gran, krustätel och blåbär.

Kvävetets kretslopp i de boreala (nordliga) skogarna har visat sig vara betydligt mer komplext än man tidigare trott. Forskningsresultat från SLU (Näs-holm m.fl. 1998) visar att flera växtarter i de boreala skogarna använder organiskt bundet kväve som kvävekälla. Dessa resultat innebär att den traditionella synen att växternas kväueupptag helt sker i form av ammonium och nitrat måste omprövas.

Flera växtarter i skogen kan ta upp organiskt kväve

Tall, gran, blåbär och krustätel är fyra arter som har framträdande roller i de boreala ekosystemen. Dessa fyra arter är också några av de växter som har visat sig ha en förmåga som helt förändrar den traditionella synen på kvävecirkulationen i våra skogar. De kan nämligen ta upp och tillgodogöra sig kväve bundet i vissa organiska föreningar; aminosyror.

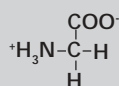
Ont om växttillgängligt kväve i skogen

Kväve (N) är en bristvara för de flesta växter i de boreala ekosystemen. Paradoxalt nog är skogsmarken relativt rik på kväve. Problemet för växterna

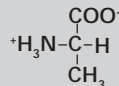
Aminosyror

FAKTARUTA 1

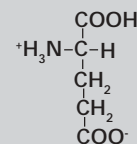
Aminosyror är byggstenar i protein. Aminosyror har dessutom många andra funktioner i celler. Därför innehåller växter också en relativt stor mängd fria aminosyror. På grund av olika organismers stora protein- och aminosyra-innehåll är aminosyror relativt rikligt förekommande också i marken, där de hamnar när organismerna dör och förmultnar. Exempel på aminosyror är glycine (som använts i detta försök), alanin och glutaminsyra.



Glycin



Alanin



Glutaminsyra

är alltså inte mängden, utan tillgängligheten. Det kväve som finns är i huvudsak inbundet i komplexa organiska föreningar, framför allt humus. Dessa föreningar är relativt svårnedbrytbara, vilket innebär att kvävet frigörs långsamt och därför blir en bristvara. Eftersom det råder brist på tillgängligt kväve är det viktigt för växterna att snabbt kunna ta till vara det kväve som frigörs. Ju mer komplexa kvävekällor som då kan utnyttjas, desto bättre (figur 1).

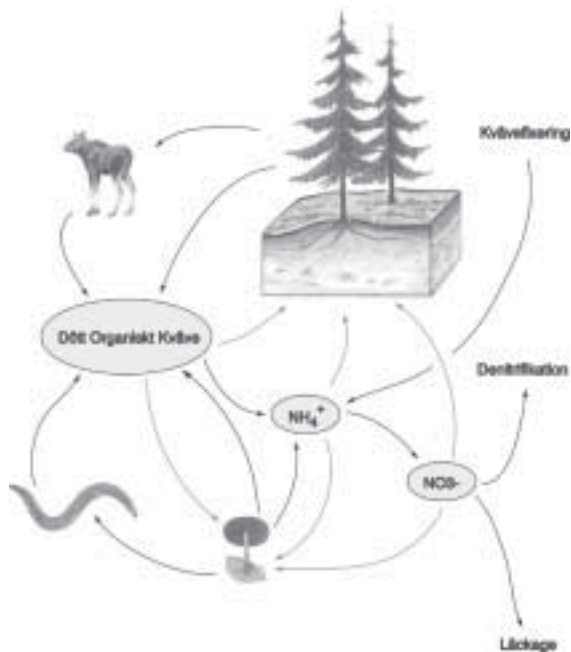
Den gängse synen har genom åren varit att växter bara kan tillgodo-

göra sig oorganiskt kväve i form av ammonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^-) och i vissa fall (kvävefixerare) kvävgas (N_2). Både ammonium och nitrat är resultat av mikroorganismers nedbrytning av t.ex. aminosyror, som i sin tur är byggstenarna i protein. Traditionellt har man alltså ansett att växterna är helt beroende av oorganiskt kväve. Nu har det istället visat sig att växter har förmågan att ta upp och använda just aminosyror som kvävekälla. De nya resultaten är viktiga, inte bara för vår förståelse av växters kväveförsörjning, utan även för vår syn på kvävetets kretslopp i skogsekosystemen.

Fältstudier med isotoper

För att ta reda på om växterna har förmågan att ta upp organiskt kväve under naturliga förhållanden utfördes ett fältförsök där små mängder kväve i form av en aminosyra injicerades i marklösningen. Den tillsatta aminosyran var försedd med kol- och kväveisotoperna ^{13}C och ^{15}N . Dessa isotoper är stabila, icke radioaktiva, varianter av kol och kväve som förekommer naturligt i små mängder och inte förändras när de tas upp av växterna. Genom att sedan jämföra de relativa mängderna av dessa isotoper i växterna med de relativa mängderna i den tillsatta aminosyran kan man dra slutsatser om hur mycket och i vilken form det tillsatta kvävet tagits upp (figur 2).

På detta sätt har man inte bara kunnat se att växter tar upp aminosyror, utan även att det sker i mängder i nivå med de kvävemängder som tas upp i form av oorganiskt kväve. Fält-



FIGUR 1. Förenklad bild av kvävecirkulationen i skogen. Den traditionella bilden av kvävecykeln utgår från att växter är helt beroende av det oorganiska kväve som markens mikroorganismer (bakterier och svamp) inte själva behöver och därför "gör sig av med". Resultaten från vår (och flera andra) studier pekar nu på att växterna, som i denna bild, även har tillgång till den stora pool av organiskt kväve som finns i marken.

försöken utfördes i en gammal barrblandskog i Västerbotten.

Förekommar även i andra ekosystem

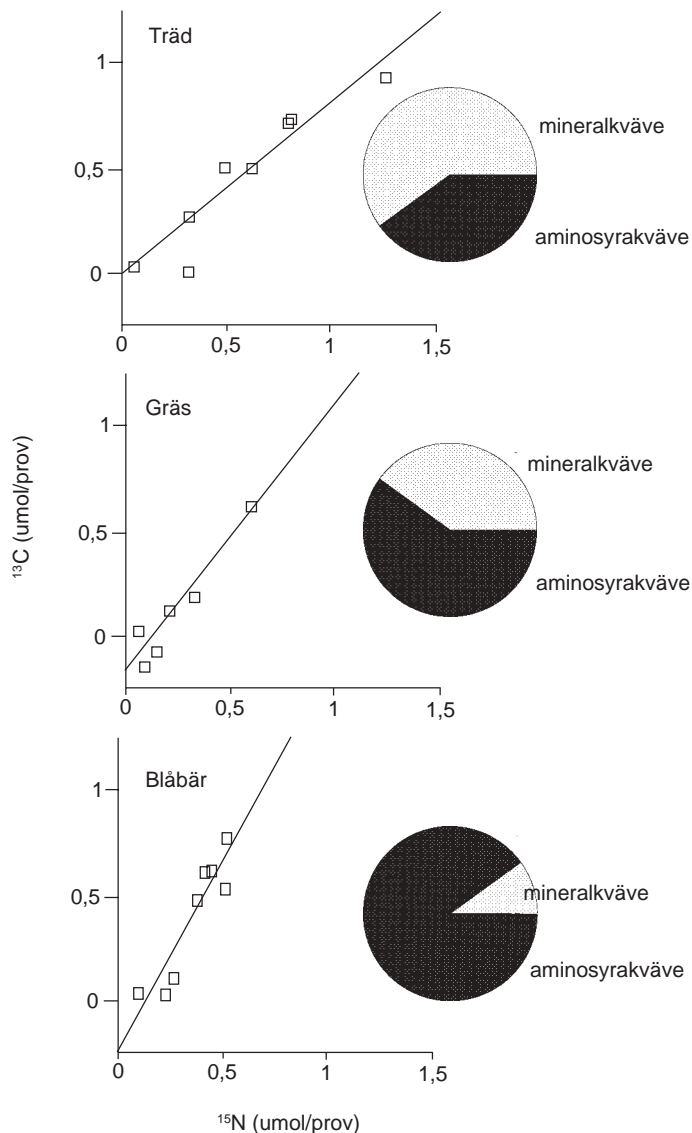
Att växter kan ta upp organiskt bundet kväve är egentligen ingen ny upptäckt. Redan 1946 kom den första rapporten om att växter kunde livnära sig även på organiskt kväve. Sedan dess har en mängd olika resultat visat på samma sak. Det viktiga i de nya resultaten är dels att det är påvisat att aminosyror faktiskt är intakta vid upptaget, dels att upptaget faktiskt sker i växternas naturliga miljö ute i skogen.

Upptag av organiska kvävekällor tycks inte heller vara unikt för växtarter i nordliga skogar. Studier från en stor mängd olika ekosystem, från arktiska miljöer till australiensisk regnskog visar att förmågan att tillgodogöra sig organiskt kväve antagligen är en allmänt förekommande egenskap. Vilken betydelse det organiska kvävet sedan i verkligheten har för de olika växternas kväveförsörjning skiljer sig antagligen en hel del mellan olika ekosystem. Men man kan tänka sig att betydelsen är större i ekosystem där en stor del av det tillgängliga kvävet finns i form av organiskt kväve, som i de flesta av de boreala skogarna. I studier som gjorts i arktiska miljöer, där större delen av det växttillgängliga kvävet finns i form av organiskt kväve, har det visat sig att detta kväve kan ha en mycket stor betydelse för olika växters kväveförsörjning. Där har man uppskattat att upp till 80 procent av det kväve som tas upp av växterna kan vara i form av aminosyror.

Mykorrhiza kan underlätta upptaget av organiskt kväve

De flesta växter i de boreala ekosystemen ingår i sin naturliga miljö i ett fascinerande samarbete mellan växtrot och olika svamparter; mykorrhiza. Mykorrhiza är ett symbiosförhållande mellan växt och svamp, där svampen får kol från växtens fotosyntes och växten i sin tur får näringsämnen och hjälp av svampen att skydda sig mot parasiter och patogener.

Det finns flera olika typer av mykorrhiza. Ektomykorrhiza är en typ som



FIGUR 2. Cirkeldiagrammen visar hur stor andel av upptaget av den tillförda organiska kvävekällan som utgjordes av intakt aminosyra för respektive växt. Resultaten har erhållits genom att jämföra förhållandet mellan ^{13}C och ^{15}N i den tillförda kväveföreningen (i detta fall aminosyran glycin med ett kol/kväveförhållande på 2) med förhållandet mellan de två isotoperna i rötterna. På så sätt kan man dra slutsatser om hur stor del av kväveupptaget som skett i form av den intakta organiska molekylen. Lutningen på kurvorna dividerat med 2 (C/N för glycin) ger andel av kväveupptaget som utgjordes av aminosyra.

FAKTARUTA 2

Isotoper

Grundämnen förekommer ofta i flera olika varianter, isotoper, beroende på atomkärnans innehåll av neutroner. Kol förekommer som tre olika isotoper, ^{12}C (98,9 %), ^{13}C (1,1%) och ^{14}C (spår). Av dessa är de två första stabila, medan ^{14}C är radioaktiv med en halveringstid på ca 5 600 år. Kväve förekommer som två isotoper; ^{14}N (99,6%) och ^{15}N (0,4%) och man kan därtill framställa kortlivade, radioaktiva kväveisotoper. De stabila isotoperna finns naturligt i ungefär de proportioner som framgår av siffrorna inom parentes. Genom att tillsätta ämnen med en isotopsammansättning som skiljer sig från den normala, blir dessa ämnen "märkta". Man kan sedan följa flödet av dem genom olika system.

bildas i bl.a. gran, tall och björk. Erikoid mykorrhiza återfinns bl.a. hos lingon och blåbär, medan många örter och gräs bildar s.k. arbuskulär mykorrhiza. I många fall har det visat sig att mykorrhizasvampar har stor betydelse för växters kväveförsörjning, bl.a. genom att med sina hyfer öka den del av marken som växten kan exploatera i sin jakt på kväve. Mykorrhiza har också visat sig ha stor betydelse för olika växters upptag av organiskt kväve. Särskilt viktiga tycks ekto- och erikoid mykorrhiza vara. Flera svamparter i dessa typer av mykorrhiza har nämligen förmågan att utsöndra enzym som bryter ner protein och frigör dess beståndsdelar, aminosyror, som sedan är tillgängliga för upptag. Nu har det alltså visat sig att även växter med arbuskulär mykorrhiza (i det här fallet krustätel) har tillgång till organiskt kväve.

Ny syn på kvävenedfall och skogsbruksåtgärder?

Om organiska kvävekällor visar sig ha stor betydelse för växters kväveförsörjning i de boreala skogarna, kan det få stora konsekvenser för bl.a. hur man bör se på effekterna av kvävenedfall och kvävegödsling.

Ett stort tillskott av oorganiskt kväve till ett ekosystem som är anpassat till upptag av organiskt kväve kan i längden leda till förändringar i konkurrensförmåga hos olika växter. En sådan förändring skulle kunna innebära ett ökat inslag av arter som är mer anpassade till oorganiska kvävekällor, och därigenom en förändring av artsammansättningen.

De nya rönen kan också ha betydelse för skogsbruket. Många skogsbruks-

åtgärder syftar till att öka kväveomsättningen i marken. Detta har traditionellt skett genom att man ökat tillgängligheten på ammonium och nitrat. Eftersom skogsträden visat sig kapabla att ta upp kväve i organisk form, kan man tänka sig att dessa skogsbruksåtgärder också ökar frisättningen av enkla organiska kväveformer som t.ex. aminosyror vilka också bidrar till en ökad tillväxt i skogen.

Frågorna blir bara fler

När vi nu vet att organiskt kväve nyttjas av ett antal nyckelararter i skogen kan vi gå vidare. En viktig uppgift blir att försöka utröna hur stor betydelse det organiska kvävet faktiskt har för de boreala skogarnas produktion och artsammansättning. Skiljer sig förmågan att ta upp organiskt kväve mellan olika växter? Vilka organiska kväveformer är av störst betydelse för växters kväveförsörjning? Är det organiska kvävet av olika betydelse i olika typer av ekosystem? Forskning om växters kväveupptag har pågått under lång tid, men de nya rönen ger upphov till nya frågor.

Ämnesord

organiskt kväve, aminosyror, växtupptag, mykorrhiza, kvävenedfall

Litteratur

- Kielland, K. 1994. Amino acid absorption by arctic plants: implications for plant nutrition and nitrogen cycling. *Ecology* 75, 2373–2383.
- Chapin III, F. S., Moilainen, L. & Kielland, K. 1993. Preferential use of organic nitrogen by a non-mycorrhizal arctic sedge. *Nature* 361, 150–153.
- Näsholm, T. et al. 1998. Boreal forest plants take up organic nitrogen. *Nature* 392, 914–916.

- Virtanen, A. I. & Linkola, H. 1946. Organic nitrogen compounds as nitrogen nutrition for higher plants. *Nature* 157, 515.
- Schimel, J. P. & Chapin III, F. S. 1996. Tundra plant uptake of amino acid and NH_4^+ nitrogen in situ: Plants compete well for amino acid N. *Ecology* 77, 2142–2147.
- Schulten, H.-R. & Schnitzer, M. 1998. The chemistry of soil organic nitrogen: a review. *Biology and Fertility of Soils* 25, 1–15.
- Schmidt, S. K. & Stewart, G. R. 1999. Glycine metabolism by plant roots and its occurrence in Australian plant communities. *Australian Journal of Plant Physiology* 26, 253–264.



Jörgen Persson är doktorand i en forskargrupp vid institutionen för skoglig genetik och växtfysiologi (SLU, Umeå), som leds av professor *Torgny Näsholm*. Peter Högborg är professor vid Institutionen för Skogsekologi, SLU, Umeå och leder en forskargrupp som studerar mark-växt interaktioner (växelverkan mellan mark och växter). Förutom att undersöka det organiska kvävet betydelse i boreala ekosystem arbetar forskarna med att studera växters kväveupptag och kväveomsättning. Telefon: 090-7866227, 070-6755252. E-post: Jorgen.Persson@genfys.slu.se Hemsida: www.genfys.slu.se

Ansvarig utgivare:
Redaktör:

Internet:
Prenumeration, distribution
och lösnnummerförsäljning

Pris:
Tryck:

Göran Hallsby, institutionen för skogsskötsel, 901 83 UMEÅ
Helene Oscarsson, Text & Form, på uppdrag av Info.avd., SLU, Box 7077, 750 07 UPPSALA
Telefon: 013-39 10 32 • Telefax: 013-39 12 56 • E-post: h.oscarsson@telia.com
www.slu.se/forskning/fakta.html
SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 35 00
E-post: Publikationstjanst@slu.se
300 kr + moms
SLU Reproenheten, Uppsala, 2000
ISSN 1400-7789 © SLU

